

KELTAISTA LASITETTA ETSIMÄSSÄ

Tutkimus keltaisen lasitteen tuottamisesta ilman
pigmenttiväriä

lines Jakovlev
Materiaalitutkimus

Muotoilun pääaine
Muotoilun laitos
Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu Aalto-yliopisto

31.3.2017

1 SISÄLLYSLUETTELO

1 Sisällysluettelo	2
2 Tiivistelmä.....	3
3 Johdanto	4
4 Menetelmä	5
4.1 Lasite rautaoksidaista	5
4.1.1 Rautaoksidi ja rutiili	6
4.1.2 Rautaoksidi ja tina	7
4.1.3 Loppupäätelmä rautaoksidaista	9
4.2 Lasite kromista.....	9
4.2.1 Nefeliinisyeeniitin ja bariumkarbonaatin välinen suhde.....	10
4.2.2 Bariumkarbonaatin korvaaminen petaliitilla + fritti	11
4.3 Lasite kromista ja rautaoksidista	13
4.3.1 Rutiili kromilasitteessa.....	13
4.3.2 Rutiili ja punainen rautaoksidi kromilasitteessa.....	14
4.4 Kromilasite zirkoniumsiliikaatista	16
4.5 Kromilasitekokeiluiden loppupäätelmä.....	17
5 Pohdinta	18
6 Lähdeluettelo.....	19

2 TIIVISTELMÄ

Tässä tutkimuksessa pyrin saamaan aikaan keltaista väriä lasitteeseen ilman pigmenttiä. Tarkoituksena oli oppia lasitteista, niiden raaka-aineista ja näiden raaka-aineiden ominaisuuksista, sekä siitä, kuinka ne vaikuttavat lasitteen ominaisuuksiin.

Keltaisen lasitteen tutkiminen lähti kiinnostuksesta keltaiseen väriin. Keltaisen värin aikaansaaminen lasitteisiin on vaikeaa, ja sitä on aikaisemmin tuotettu monenlaisista myrkyllisistä raaka-aineista, kuten lyijystä. Pyrkimyksenäni oli luoda mahdollisimman keltaista lasitetta saatavilla olevista materiaaleista huolehtimatta lasitteen muista piirteistä, kuten sen elintarvikekelpoisuudesta, halkeilusta tai pinnan ominaisuuksista. Lasitekoepaloja tutkiessani kuitenkin kiinnitin huomiota myös lasitteen muihin ominaisuuksiin, sillä näin sain tietoa siitä, kuinka eri raaka-aineet vaikuttavat.

Materiaalitutkimuksessa tein useita koepalasarjoja, joissa vaihtelin raaka-aineiden pitoisuuksia. Tutkin koepaloja ja siirryin analysointieni pohjalta seuraavaan mahdolliseen pitoisuuteen tai raaka-aineeseen. Ensimmäisenä tutkin rautaoksidipohjaisia lasitteita, joihin lisäsin asteittain joko rutiilia tai tinaa. Näistä koepaloista löytyi mielenkiintoisia lasitteita, mutta väriskaala poikkesi keltaisesta ruskeaan, vihreään ja jopa valkoiseen ja siniseen. Samaan aikaan tein kromipohjaisen lasitekokeilun, joka tarjosi paremman mahdollisuuden keltaiselle värille. Siirryin tutkimuksessani keskittymään kromipohjaisen lasitteen tutkimiseen ja kehittämiseen. Tätä lasitetta tutkiessani pääsin sitruunankeltaiseen värisävyyn, joka kuitenkin hieman taittoi limenvihreään.

Materiaalitutkimus oli opettavainen ja tarjosi paljon tietoa lasitteista sekä niiden raaka-aineista, ja uskon, että tulevaisuudessa olen paljon valmiimpi tekemään omia lasitteitani sekä jatkamaan lasitekokeilujani.

3 JOHDANTO

Tämä lasitetutkimus lähti käyntiin kiinnostuksesta keramiikkaan ja haluun oppia lisää lasitteista, niiden sisällöstä ja tuotannosta. Mitkä asiat vaikuttavat lasitteen ominaisuuksiin, kuten sen tuntuun, läpinäkyvyyteen ja kiiltävyyteen? Pääasiassa halusin kuitenkin tutkia lasitteen värin syntymistä ja sitä, millä raaka-aineilla saan luotua haluamaani keltaista lasitetta.

Keltainen päätyi tutkimukseni väriksi sen vaativuuden sekä oman mielenkiintoni vuoksi. Kirkas keltainen on jo pidemmän aikaa kuulunut väripalettiini. Tavoitteenani oli mahdollisimman keltaisen lasitteen luomisen ilman pigmenttiä, sillä halusin oppia lasitteiden valmistuksen ja suunnittelun perusperiaatteista. Haluan oppia kontrolloimaan lasitteissa käytettyjä materiaaleja ja yhdistämään niitä halutunlaisen lopputuloksen saavuttamiseksi. Se, kuinka eri materiaalit vaikuttavat lasitteen ominaisuuksiin on mittava, mutta uskon että tämän tutkimuksen myötä minulla on enemmän tietoa ja taitoa kehittää omia lasitteitani ja ymmärtää kuinka eri elementit ja raaka-aineet vaikuttavat kokonaisuuteen.

4 MENETELMÄ

Aloitin keltaisen lasitteen etsimisen tutkimalla löytämiäni keltaisten lasitteiden reseptejä ja sitä, millä materiaaleilla keltaisen lasitteen voi saada aikaan. Alkututkimuksen edetessä kävi ilmi, että keltaisen värin syntyminen ilman pigmenttiä on hankalaa. Löysin erilaisia raaka-aineita, joilla keltaista väriä on tuotettu keramiikassa, kuten lyijyä, vanadiinia, kadmiumia ja jopa luonnon uraania. Näitä raaka-aineita ei enää tänä päivänä paljoa käytetä lasitteissa värjäävinä materiaaleina, sillä ne ovat myrkyllisiä. Näitä raaka-aineita ei myöskään ollut koululla tarjota, vaikka tarkoituksena ei ollutkaan luoda myrkytöntä lasitetta. Sain kuitenkin käyttööni laajan valikoiman erilaisia raaka-aineita, joita käytin lasitteiden teossa. Keltaisen värin luomiseen soveltuviksi raaka-aineiksi valikoituivat keltainen ja punainen rautaoksidi, tina, rutiili ja kromi.

Alkutarkastelun ja materiaalivalintojen jälkeen aloin tutkia lasitteita tekemällä erilaisia lasitekoepaloja. Koepalat valoin koulun valusavesta levymäiseen kipsimuottiin ja savilevyn jaon suorakaiteen muotoisiksi paloiksi. Koepaloja ei raakapoltettu ennen lasittamista, sillä se ei vaikuta lasitteeseen ja sen ominaisuuksiin (Pelkonen, Harjoitusmestari, 2017). Kastoin koepalat lasitteeseen kaksi kertaa, jolloin sain ohuen sekä paksun lasitekerroksen. Näin lasitteesta saa paremman kokonaiskuvan ja lasitteen paksuuden aiheuttamat muutokset tulevat ilmi. Lasituksen jälkeen siistin koepalat ja poltin ne keramiikkauunissa 1220°C -asteen lämpötilassa (Taulukko 1). Tutkin uunin polttolämpötilaa myös keilojen avulla. Nämä lasitekokeilut ovat keila 6 lasitteita.

Taulukko 1: Koepalojen poltto-ohjelma (Keila 6)

Ei haudutusta
100°C/h 300 asteeseen
Ei haudutusta
150°C/h 600 asteeseen
Ei haudutusta
Täydellä teholla 1220 asteeseen
Haudutus 20min

4.1 Lasite rautaoksideista

Ensimmäisenä lähdin etsimään keltaista väriä rautaoksidien avulla. Valitsin yhdessä keramiikkapajan harjoitusmestari Tomi Pelkosen kanssa lasitepohjan, joka tukee hyvin tarkoitustani; lasitteen COPR8 (Taulukko 2). Lisäsin siihen eri suhteissa joko keltaista tai punaista rautaoksidia, sekä tinaa (Sn) tai rutiilia (TiO₂), joita on käytetty keltaisen värin synnyttämisessä. (Pelkonen, Harjoitusmestari, 2017)

Taulukko 2: COPR8-lasitteen resepti

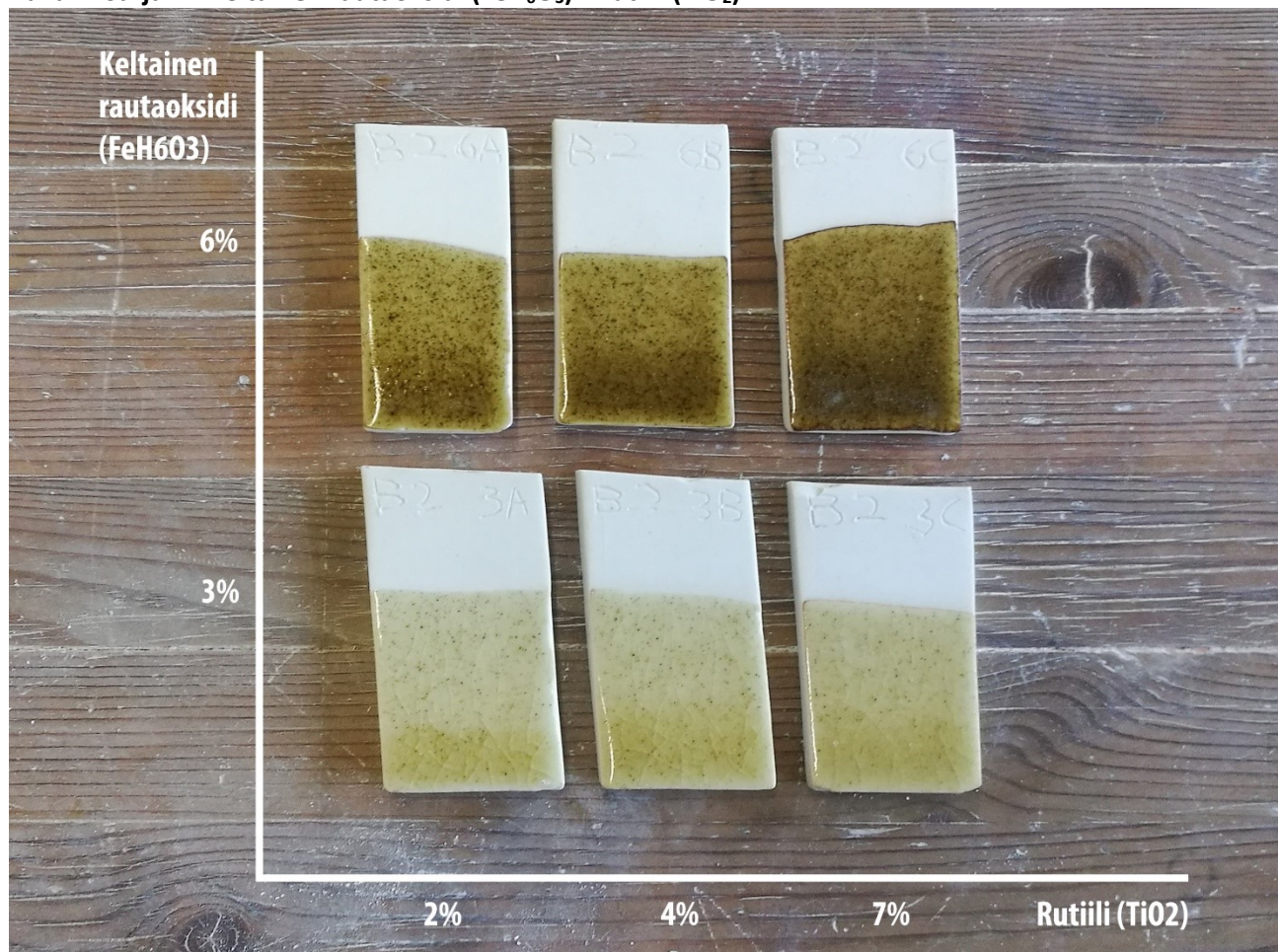
Petaliitti	70%
High alkaline frit	20%
Strontiumkarbonaatti	10%
+ Rutiili	1%
+ Bentoniitti	1%

Rautayhdisteitä käytetään yleisesti paljon lasitteissa, sillä ne ovat halpoja ja luotettavia raaka-aineita. Rautaoksidien yksi perussävy on keltainen. Rautaoksideja on esimerkiksi punaista rautaoksidia eli hematiittia (Fe_2O_3), keltaista rautaoksidia (FeH_6O_3) ja mustaa rautaoksidia eli magnetiittia (Fe_3O_2). Erilaisia keltaisen värin lasitereseptejä tutkiessani huomasin, että väriaineena oli käytetty joko keltaista tai punaista rautaoksidia, joten valitsin nämä molemmat ja tutkin tuottavatko ne samoilla raaka-aineilla eri väriskaalan. Esimerkiksi punaisen rautaoksidin kerrotaan muuntautuvan keltaiseksi alkalipohjaisessa lasitteessa. Tämän vuoksi alkalifrittiä sisältävä COPR8 on hyvä keltaisen värin lasitteen synnyttämiseksi raudasta. (Jylhä-Vuorio, 2002, ss. 158-159)

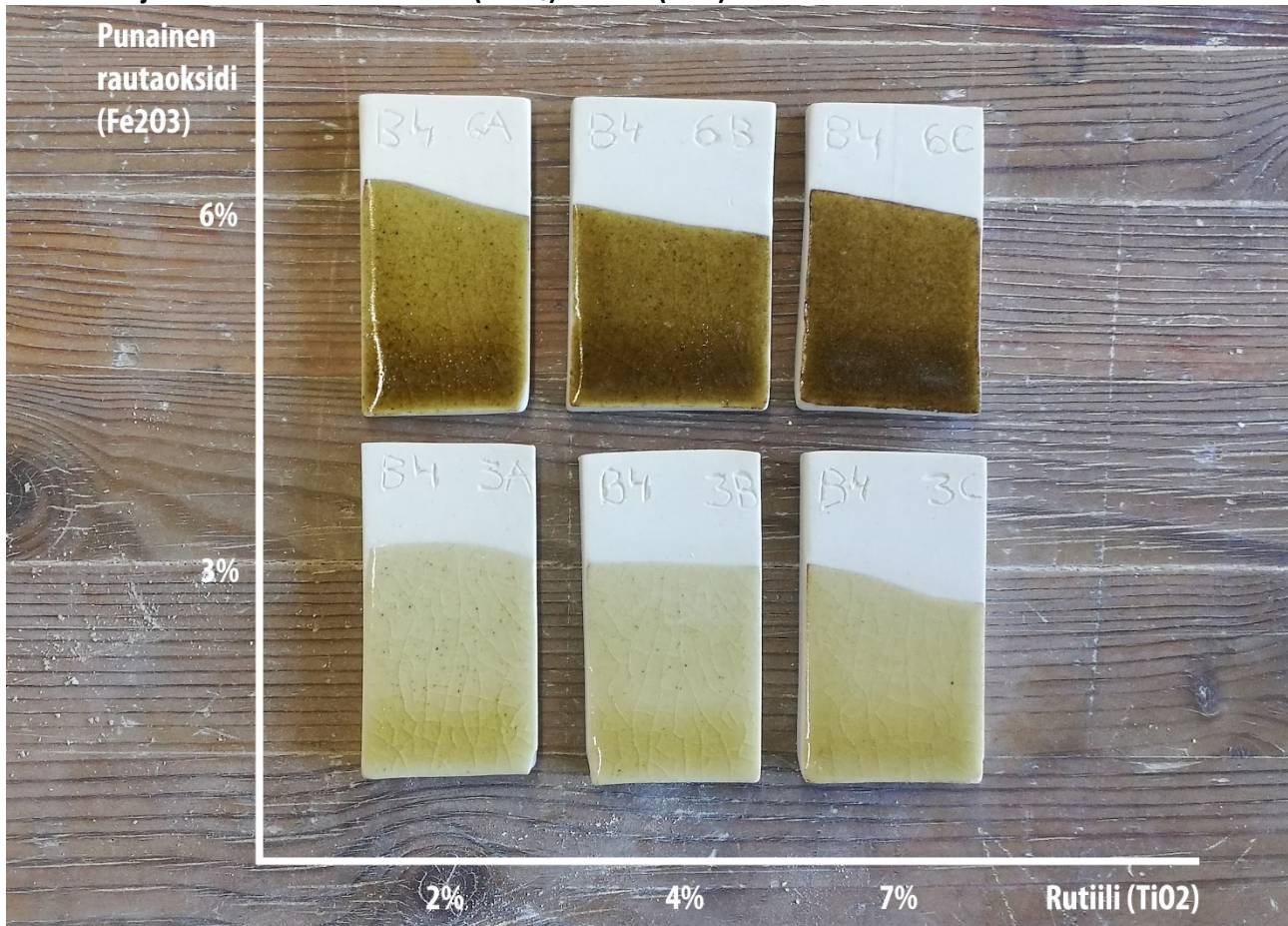
4.1.1 Rautaoksidi ja rutiili

Tein koepalasarjan sekä keltaisella (Kuva 1) että punaisella (Kuva 2) rautaoksidilla, joihin lisäsin myös rutiilia. Raudan osuus lasitteissa on joko 3% tai 6%, ja rutiilia, 2, 4 ja 7 prosenttia. Rutiili (TiO_2) on luonnon titaanioksidia, joka sisältää pieniä määriä rautaoksidia. Se myös kirkastaa värejä ja parantaa lasitteen pinnan tasaisuutta. Valitsin rutiilin, sillä sen tulisi värjätä rautaoksidia keltaiseksi (Jylhä-Vuorio, 2002, s. 169).

Kuva 1: Sarja B2 Keltainen rautaoksidi (FeH_6O_3) + rutiili (TiO_2)



Kuva 2: Sarja B4 Punainen rautaoksidi (Fe_2O_3) + rutiili (TiO_2)



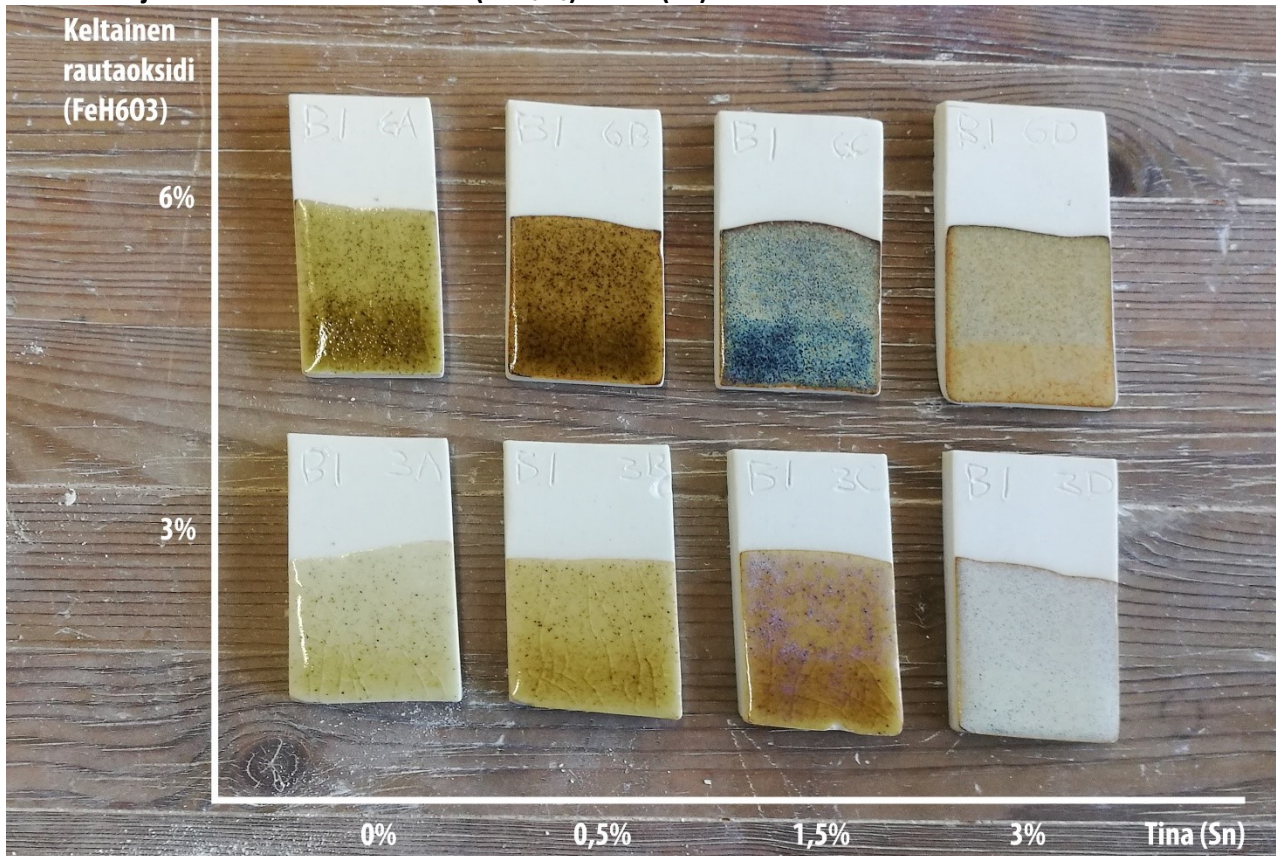
Punaisen ja keltaisen rautaoksidin käytössä ei huomannut tässä lasitteessa juurikaan eroa. Punainen rautaoksidi tuotti hieman keltaisempaa pintaa. Keltainen rautaoksidi taas vaaleampaa sekä kirkkaampaa pintaa. Keltainen rautaoksidi jäi helpommin lasitteeseen pieninä tummanruskeina pisteinä.

Lasitteissa rautapitoisuuden mukaan väri muuttui beigestä ruskeaksi. Rutiili vaikutti lasitteissa vain hieman tummentavasti.

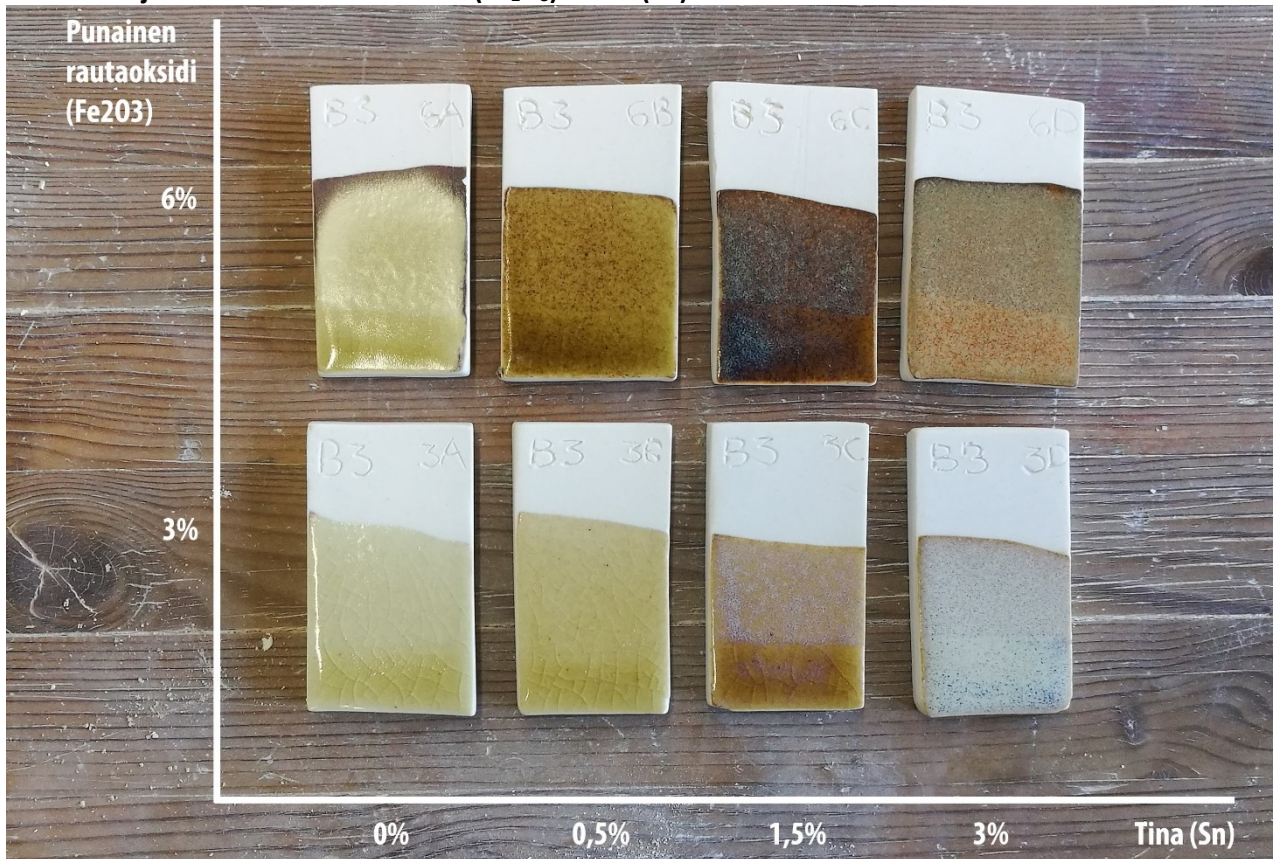
4.1.2 Rautaoksidi ja tina

Lisäsin sekä keltaiseen (Kuva 3) että punaiseen (Kuva 4) rautaoksidiin tinaa (Sn) ja tein niistä koesarjat, jossa raudan osuus on joko 3- tai 6-prosenttia ja toin siihen tinaa 0,5%, 1,5% ja 3% osuudella. Tein vertailukohdaksi myös rautaoksidia sisältävät koepalat joissa ei ole lainkaan tinaa. Tinaa käytetään yleensä pehmeän valkoisen värin tuojana. Sitä käytetään myös synnyttämään uusia värisävyjä (Jylhä-Vuorio, 2002, s. 167). Tinaoksidia on käytetty keltaisen värin tuottajana lasitteissa, esimerkiksi vanadiinioksidin kanssa (Hortling, 2013, s. 12). Uskoin kuitenkin tinaoksidin enemmänkin tuovan lasitteeseen valkoisuutta ja peittävyttä, ja korostavan mahdollista keltaista värisävyä.

Kuva 3: Sarja B1 Keltainen rautaoksidi (FeH_6O_3) + tina (Sn)



Kuva 4: Sarja B3 Punainen rautaoksidi (Fe_2O_3) + tina (Sn)



Keltaisen ja punaisen rautaoksidin sarjat eroavat toisistaan jollain tavoilla, mutta pääpiirteiltään ne ovat samantapaisia. Lasitteiden pinta oli pääosin kiiltävä ja tasainen. Joissain lasitteissa on tavattavissa pieniä ilmakuplia tai hienoista karkeutta. Esimerkiksi molemmissa sarjoissa 6 prosenttia rautaoksidia ja 3 prosenttia tinaa sisältävät lasitteet ovat hieman karkeita. Vaikka lasitepinnat ovatkin kiiltäviä, on varsinkin A- ja B- sarjoihin (tinaa 0-0,5%) kehittynyt halkeamia. Tinan lisääminen estää lasitteen säröilyä, mutta myös muuttaa vahvasti lasitteen olomuotoa ja väriä. Värit vaihtelivat vaalean vihreästä ruskean eri sävyihin ja valkoiseen. Koepalojen väri vaihteluskala oli todella suuri ja mielenkiintoinen. Mielenkiintoista on, kuinka samoilla raaka-aineilla saa luotua muutaman prosentin heitoilla valkoista, sinistä sekä ruskeaa pintaa.

Keltainen rautaoksidi nousi poltetussa lasitteessa enemmän esiin ruskeiden pilkkujen muodossa. Värit olivat myös astetta tummemmat kuin vertailtavassa punaisen rautaoksidin lasitteessa.

4.1.3 Loppupäätelmä rautaoksideista

Rautapohjaisen lasitteen koepalat tuottivat lähinnä erilaisia beigen, vihreän ja ruskean värisävyjä. Mukana oli kuitenkin muutama hyvin mielenkiintoinen lasite, joita voin tulevaisuudessa mahdollisesti käyttää. Yllättäviä olivat esimerkiksi lähes kokonaan valkoinen lasite, sekä sininen lasite. Keltaista väriä ei kuitenkaan löytynyt testilasitteista. Yleisesti raudasta saatava ”keltainen” on hyvin ruskea ja vihertävä. Oikea keltainen lasite rautaoksideilla tuntuu hyvin mahdottomalta ilman muita värjääviä raaka-aineita kuten valmista pigmenttiä.

4.2 Lasite kromista

Samaan aikaan kun tutkin rautaoksidipitoisia lasitteita, tein Pelkosen vinkin mukaan myös kolmen palan koesarjan kromia sisältävällä lasitteella (Kuva 5). Tämä lasitekokeilu oli pieni testi, ja lasitin Pelkoselta saamani valmiit ja raakapoltetut koepalat. Uunista tulikin yllättävät kirkkaan limenvihreät koepalat. Lasite vaikutti mielenkiintoiselta ja avasi paremmat mahdollisuuden keltaisen lasitteen tuottamiseen kuin rautaoksidipohjaiset lasitteet, joten siirryin tutkimaan tätä lasitetta ja sitä, mitä raaka-aineita muuttamalla saisin luotua siitä keltaista. Perussävyltään Kromioksidi on ruohonvihreää, mutta hyvin pieninä määrinä alkalisissa bariummattalasitteissa sen tulisi tuottaa intensiivinen keltainen väri lasitteeseen. Poltetussa kromilasitteessa huomasi hyvin, kuinka kromi oli uunissa höyrystynyt ja värjännyt lasittamatta jätetyn saven pintaa. (Jylhä-Vuorio, 2002, ss. 163-164)

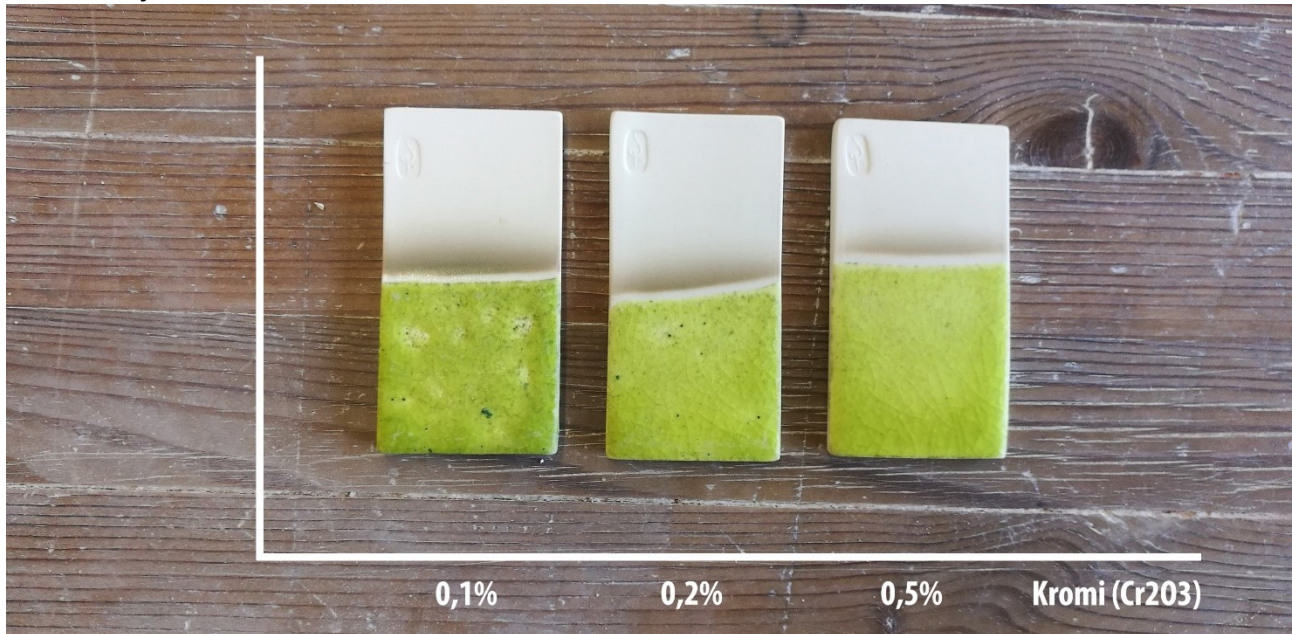
Kromilasitteen (Taulukko 3) pohjana on yksinkertainen nefeliinisyyeniittiä, bariumkarbonaattia ja bentoniittia sisältävä lasite. Nefeliinisyyeniitti toimii lasitteessa sulatteena, eli sillä alennetaan lasitteen sulamislämpötilaa. Se on maasälpää muistuttava mineraali, mutta sen sulatusvoima on suurempi. Se sisältää myös vähemmän piioksidia ja enemmän alkalipitoista sulatetta. (Mattison, 2003, s. 175)

Bariumkarbonaatti toimii lasitteessa apusulatusaineena. Se vähentää viskositeettia ja lisää lasitesulan pintajännitystä. Pieninä määrinä se lisää lasitteen kiiltoa ja kirkkautta mutta suuremmissa määrissä se muodostaa himmeää mattapintaa (Jylhä-Vuorio, 2002, s. 117). Bentoniti on savimassaa ja sitä käytetään lasitteessa sen sakkautumisen estämiseksi, johon riittää jo 1-2% (Jylhä-Vuorio, 2002, ss. 47-48).

Taulukko 3: Lasite I -lasitteen resepti

Nefeliinisyeeniitti	60%
Bariumkarbonaatti (BaCO_3)	40%
+ Bentoniitti	2%
+ Kromi (Cr_2O_3)	0,1-0,5%

Kuva 5: Sarja 1 Kromi Cr_2O_3



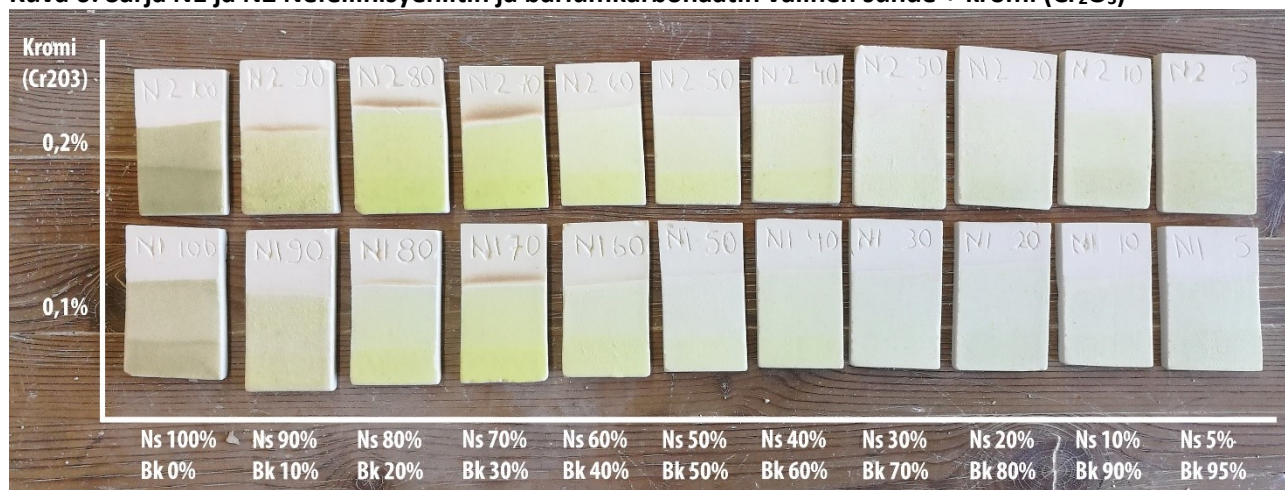
4.2.1 Nefeliinisyeeniitin ja bariumkarbonaatin välinen suhde

Tuottamani kromilasitetestin (Taulukko 3, Kuva 5) raaka-aineiden suhteet oli satunnaisesti valittu, ja halusin tutkia, muuttuuko lasitteen olomuoto nefeliinisyeeniitin ja bariumkarbonaatin välistä suhdetta muuttamalla. Tein koepalasarjan, jossa tutkin näiden kahden raaka-aineen välistä suhdetta 10% heitolla (Kuva 6). Toisessa ääripäässä on 100 prosenttia nefeliinisyeeniittiä eikä lainkaan bariumkarbonaattia. Toisessa päässä on 95% bariumkarbonaattia ja 5% nefeliinisyeeniittiä. Tämä johtuu siitä, että nefeliinisyeeniitti toimii myös itsenäisesti lasitteena, mutta bariumkarbonaatti tarvitsee rinnalleen toista raaka-ainetta toimiakseen lasitteenomaisesti. Tein jokaista tietyn suhteista koepalaa kaksi kappaletta, joista toiseen lisäsin 0,1% Kromia, ja toiseen 0,2%. Halusin tutkia, näkyykö kromin määrä muutos myös omissa koepaloissani. (Pelkonen, Harjoitusmestari, 2017)

Aikaisemmasta lasitekokeilusta poiketen (Kuva 5) uunista tulleet koepalat (Kuva 6) olivat paljon keltaisempia, osa sitruunankeltaisia. Lasitekerros oli lasitettaessa ohuempi kuin aikaisemman limen värisessä, ja alla oleva materiaali muuttui. Nämä voivat osaltaan vaikuttaa lopputulokseen. Polttolämpötila ja uuni olivat kuitenkin poltettaessa samat.

Pelkkä nefeliinisyeeniitti tuotti hieman tummemman, likaisen vihreän värisävyn ja kiiltävän pinnan. Väri vaalenee, kun bariumkarbonaattia lisätään lasitteeseen. Lasitesarjassa värin voimakkuus laskee mitä enemmän bariumkarbonaattia siinä on. 70% bariumkarbonaattia sisältävät lasitteet ovat jo hyvin vaaleita.

Kuva 6: Sarja N1 ja N2 Nefeliinisyyeniitin ja bariumkarbonaatin välinen suhde + kromi (Cr_2O_3)



Koepalojen pinnassa on myös vaihtelua. 100% nefeliinisyyeniittilasite tuotti kiiltävän ja läpikuultavan pinnan. 0,2% kromia sisältävä koepala oli enemmän halkeillut kuin 0,1% sisältävä. Kiiltävää pintaa näkyi myös 90% nefeliinisyyeniittiä sisältävissä lasitteissa, joskin lasitteen pinta oli karkea, sisälsi pieniä ilmakuplia sekä halkeamia. Alle 80% nefeliinisyyeniittiä sisältävät koepalat olivat mattapintaisia sekä karkeita, ja karkeus korostui mitä enemmän bariumkarbonaattia lasitteessa on.

Koepalojen tarkoituksena oli löytää paras nefeliinisyyeniitin ja bariumkarbonaatin suhde, ja alkaa muokata tätä lasitetta haluttuun suuntaan. Valitsin kahden koepalan välisen suhteen; 75% nefeliinisyyeniittiä ja 35% bariumkarbonaattia (Taulukko 4). Koin, että se oli keltaisin ja miellyttävin lasitevaihtoehto. Valitsemani suhde oli yllättävän lähellä alkuperäistä, Pelkosen minulle ehdottamaa suhdetta. Näistä sekä 0,1% että 0,2% kromia sisältävät lasitteet olivat sopivia, mutta lähdin kehittämään vaaleampaan 0,1% kromia sisältävää lasitetta.

Taulukko 4: Lasite II -lasitteen resepti

Nefeliinisyyeniitti	65%
Bariumkarbonaatti (BaCO_3)	35%
+ Bentoniitti	2%
+ Kromi (Cr_2O_3)	0,1-0,5%

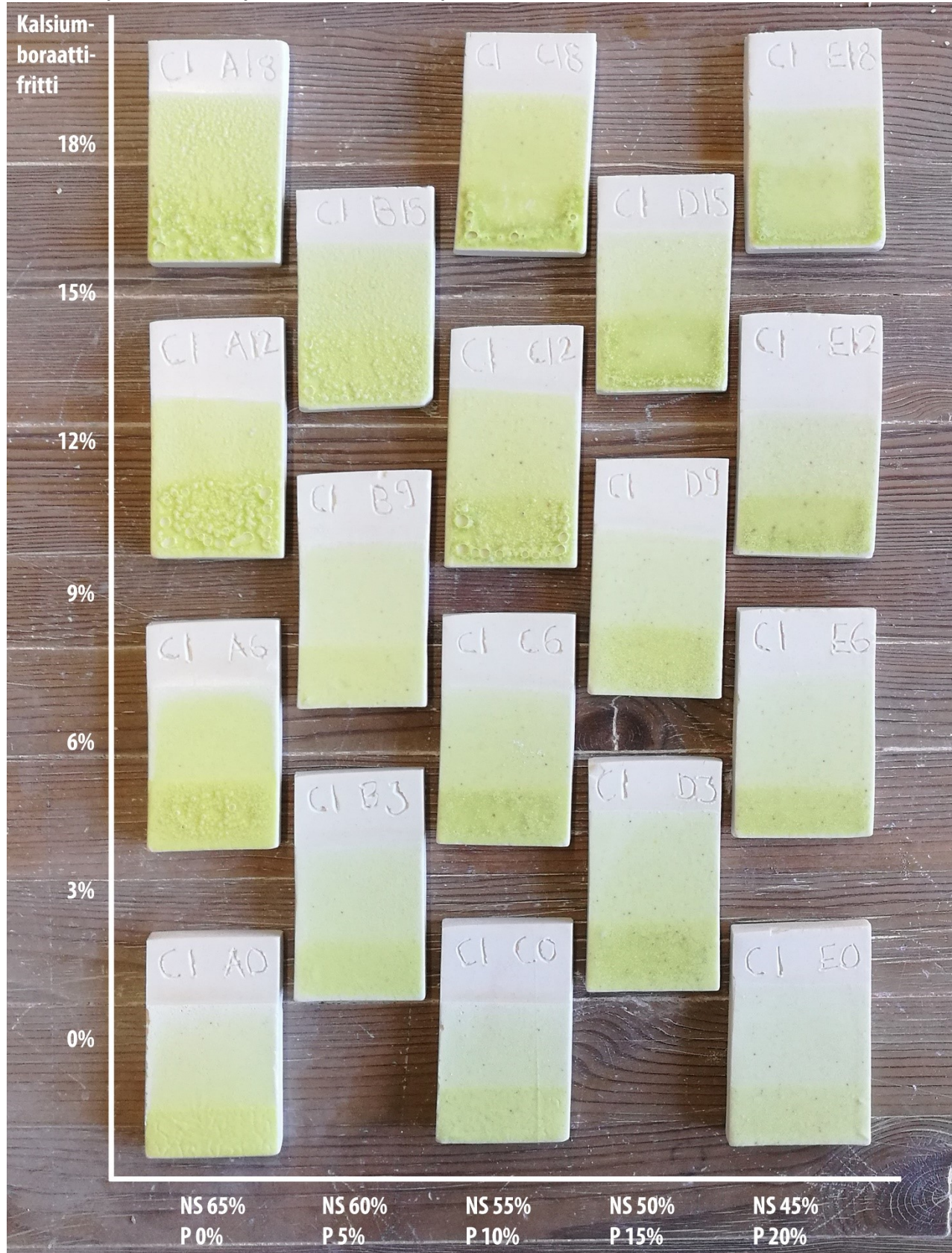
4.2.2 Bariumkarbonaatin korvaaminen petaliitilla + fritti

Löytäessäni sopivimman suhteen lasitteeseeni aloin tutkia, kuinka saisin sitä mahdollisesti muutettua vielä keltaisemmaksi. Sain apua opettajaltani Eeva Jokiselta, joka ehdotti nefeliinisyyeniitin korvaamista petaliitilla, sekä tuomalla kalsiumboraattifrittiä lasitteeseen. (Jokinen, 2017)

Petaliitti ($\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$) on silikaatti ja käytetään lasitteissa maasälvän tavoin niin kuin nefeliinisyyeniittiä. Se alentaa lasitteen sulamislämpötilaa. Fritit eli sulatteet ovat pitkälle kehitettyjä tuotteita. Niitä käytetään yleensä helposti veteen liukenevien raaka-aineiden kanssa sitomaan vaaralliset aineet paremmin lasitteeseen. Minun tarkoitukseni on estää kromin höyrystyminen ja sen jättämät jäljet kalsiumbooraksifritin avulla. Booraksi on voimakas matalan polttolämpötilan sulate, joka on yleensä sidottu frittiin, niin kuin nyt (Mattison, 2003, s. 175). Valitsin kalsiumpitoisen fritin, sillä kalsium vaikuttaa kromin väriyteen (Jylhä-Vuorio, 2002, s. 164).

Lähdin korvaamaan nefeliinisyeniiittiä petaliitilla 5% vaihtelulla (Kuva 7). Lisäksi toin lasitteeseen Kalsiumboraattifrittiä 3% vaihtelulla aina 18% asti. Koesarjasta tein aina joka toisen lasitepalan, sillä muutokset näkyvät myös niissä riittävän hyvin.

Kuva 7: Sarja C1 Nefeliinisyeniiitin korvaaminen petaliitilla + kalsiumboraattifritin lisääminen



Lasitteeseen tuomani uudet raaka-aineet eivät muuttaneet lasitteen väriä oikeastaan ollenkaan. Suurimpana erona olivat pinnan muutokset. Lisättäessä vain nefeliinisyyeniittiä sisältävään lasitteeseen kalsiumboraattifrittiä, tuli pinnasta hyvin kuplinut ja rikkonainen. Lasite on selvästi kiehunut muttei lainkaan tasoittunut. Ilmiö on havaittavissa varsinkin paksuissa lasitekerroksissa, mutta myös ohuissa on ilmakuplia. Mitä enemmän frittiä, sitä enemmän pintamuutoksia. Huomioitavaa on se, että mitä enemmän nefeliinisyyeniittiä korvataan petaliitilla, sitä vähemmän tätä kuplimista näkyy.

Nefeliinisyyeniitin korvaaminen petaliitilla näkyy lasitteen pinnan tasoittumisena. Lasitteessa on myös vähemmän halkeamia. Kuitenkin lasite menettää myös hieman värikylläisyyttään.

Tämä lasitesarja oli mielenkiintoinen ja avasi sitä, miten eri materiaalit vaikuttavat keskenään. Se ei kuitenkaan muuttanut lasitteen väriä haluamaani keltaisempaan suuntaan. Se, mitä voisin tehdä, muuttaakseni lasitteen väriä alkoi jo käydä vähiin. Päätin lähteä kokeelliselle tutkimuslinjalle ja yhdistää nämä kaksi lasitetyyliä keskenään; rautaoksidit sekä kromin, ja katsoa mitä saan aikaan.

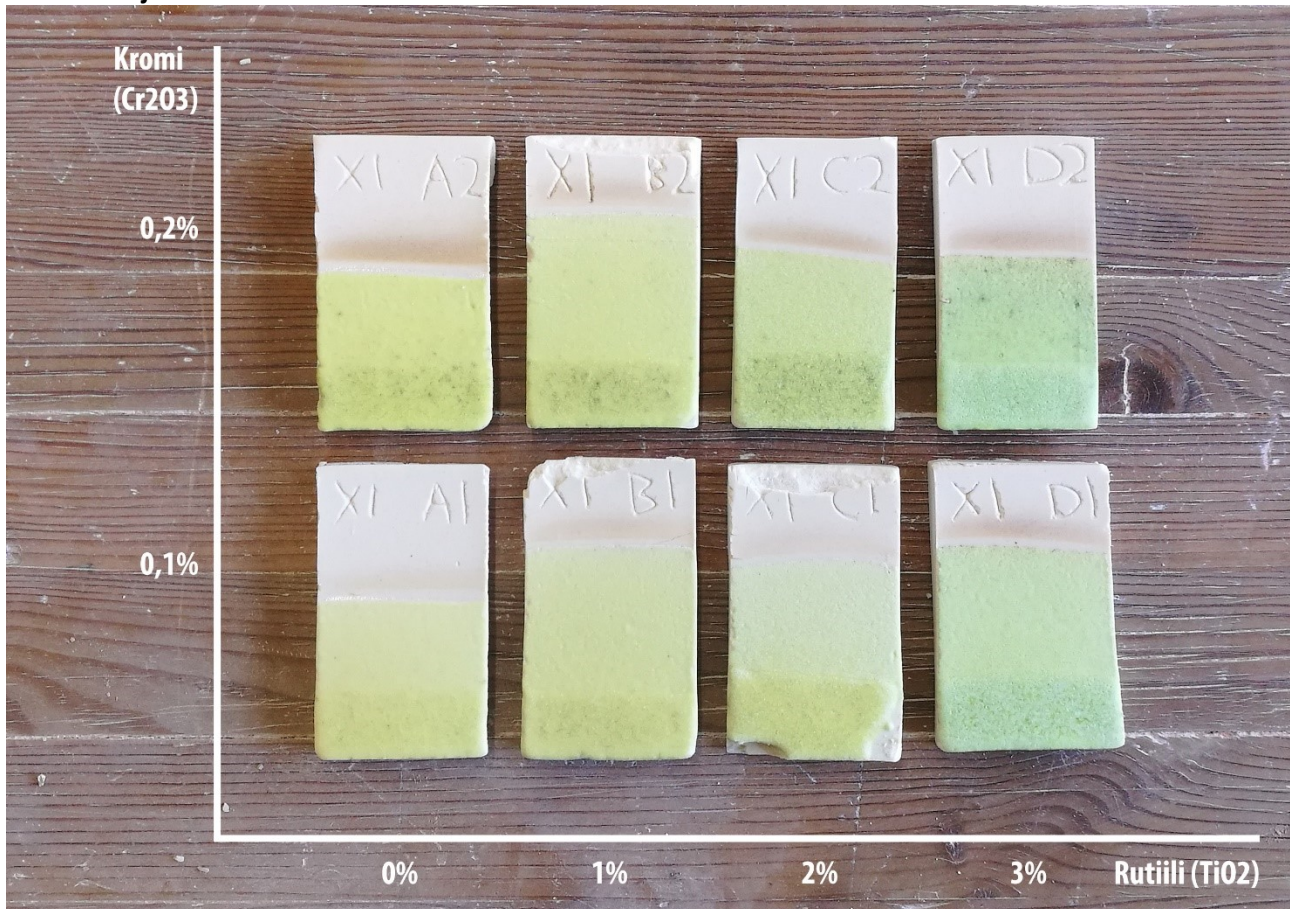
4.3 Lasite kromista ja rautaoksidista

Tämä osa on omaa kokeiluani, sillä halusin tutkia, voiko rautaoksidin tuominen jo tekemääni kromilasitteeseen muuttaa sitä keltaisempaan suuntaan ja millainen siitä mahdollisesti tulee. Tutkin aikaisemmin tekemiäni rautaoksidilasitteita ja valitsin punaisen rautaoksidin tutkimusmateriaalikseni, sillä se tuotti keltaisempaa sävyä lasitteisiin kuin punainen rautaoksidi. Valitsin myös rutiilin, sillä halusin nähdä kuinka se käyttäytyy kromioksidin kanssa. Tein näistä kaksi koesarjaa.

4.3.1 Rutiili kromilasitteessa

Tein kaksi koepalasarjaa, joissa toisessa käytin vain rutiilia 0-3% määrällä (Kuva 8). Tein koepalat sekä 0,1% että 0,2% kromiosuudella, jotta näkisin kuinka sen määrä vaikuttaa, kun lasitteessa on mukana myös muutakin.

Kuva 8: Sarja X1 Rutiili kromilasitteessa



Rutiili ei muuttanut lasitetta keltaisempaan suuntaan vaan teki siitä 3% rutiilimäärällä kauniin mintunvihreää. Rutiilin lisääminen ei vaikuttanut lasitteen pintaan vaan se pysyi mattana. 0,2% kromia sisältävät koepalat nostivat kromipilkkuja huomattavasti esiin varsinkin paksun lasitteen kohdalla. Kokeilu ei tuottanut haluttua lopputulosta mutta sai aikaan uuden mielenkiintoisen värin jota voi lähteä kehittämään.

4.3.2 Rutiili ja punainen rautaoksidi kromilasitteessa

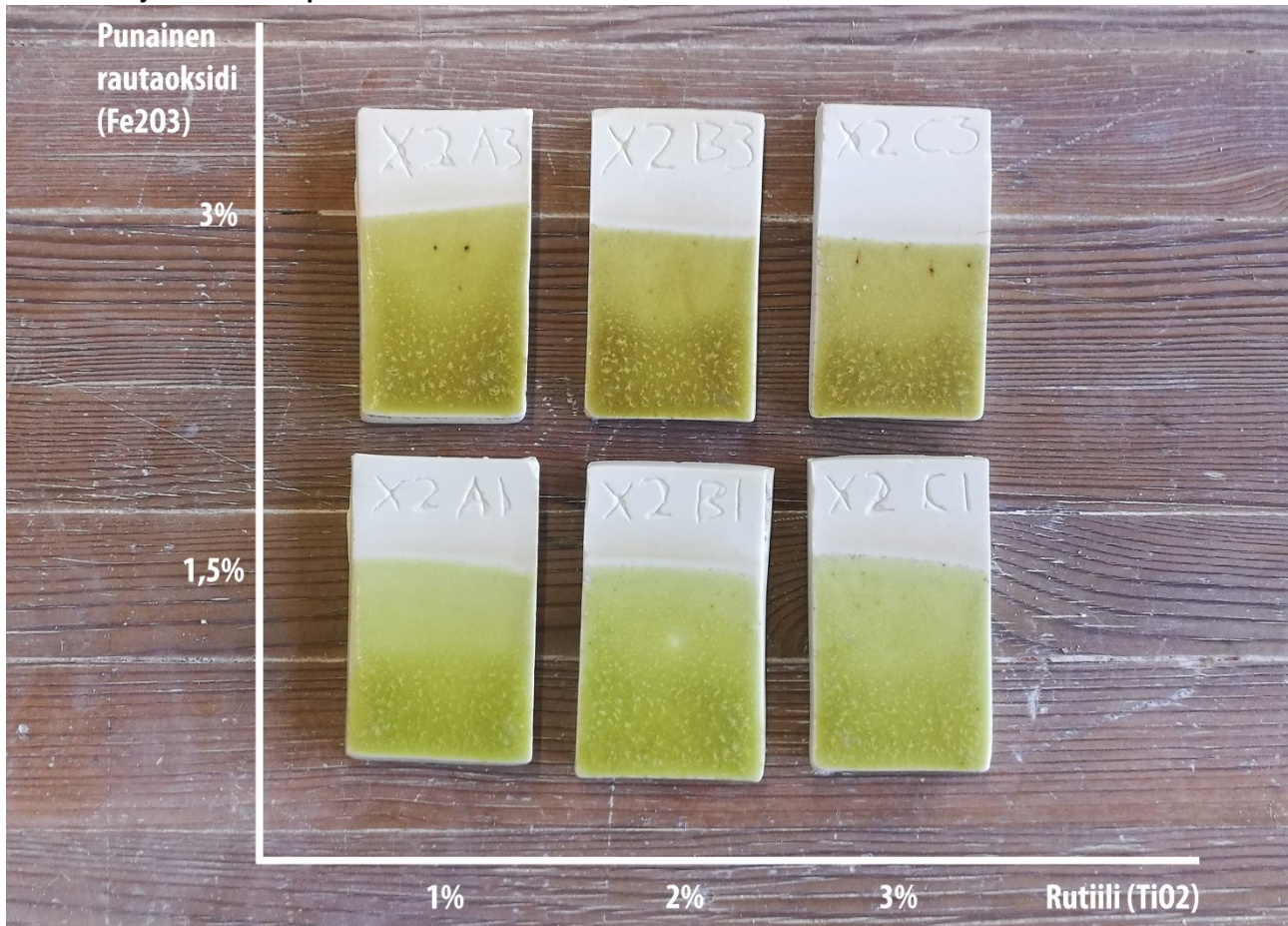
Toiseen koesarjaan (Kuva 9) toin samalla tavoin rutiilin 1-3% määrällä, mutta lisäsin siihen 1,5% ja 3% punaista rautaoksidia. Tässä lasitteessa kromin määrä oli 0,2%. Tähän lasitteeseen tein myös muutamia muutoksia. Vähensin alkuperäisestä lasitteesta nefeliinisyeniitin ja bariumkarbonaatin määriä 5% ja lisäsin siihen alkalifrittiä sekä wollastoniittia (Taulukko 5).

Lisäsin lasitteeseen alkalifrittiä, sillä rautaoksidi muuntautuu keltaiseksi alkalilasitteessa. Lisäsin myös wollastoniittia, joka on kalsiumsilikaattimineraali, sillä halusin tuoda lasitteeseen kalsiumia korostamaan raudan keltaista väriä. (Jylhä-Vuorio, 2002, ss. 57, 159-160)

Taulukko 5: Lasite III -lasitteen resepti

Nefeliinisyeeniitti	60%
Bariumkarbonaatti (BaCO_3)	30%
Wollastoniitti	10%
+ Alkalifritti	10%
+ Bentoniitti	2%
+ Kromi (Cr_2O_3)	0,2%

Kuva 9: Sarja X2 Rutiili + punainen rautaoksidi kromilasitteessa

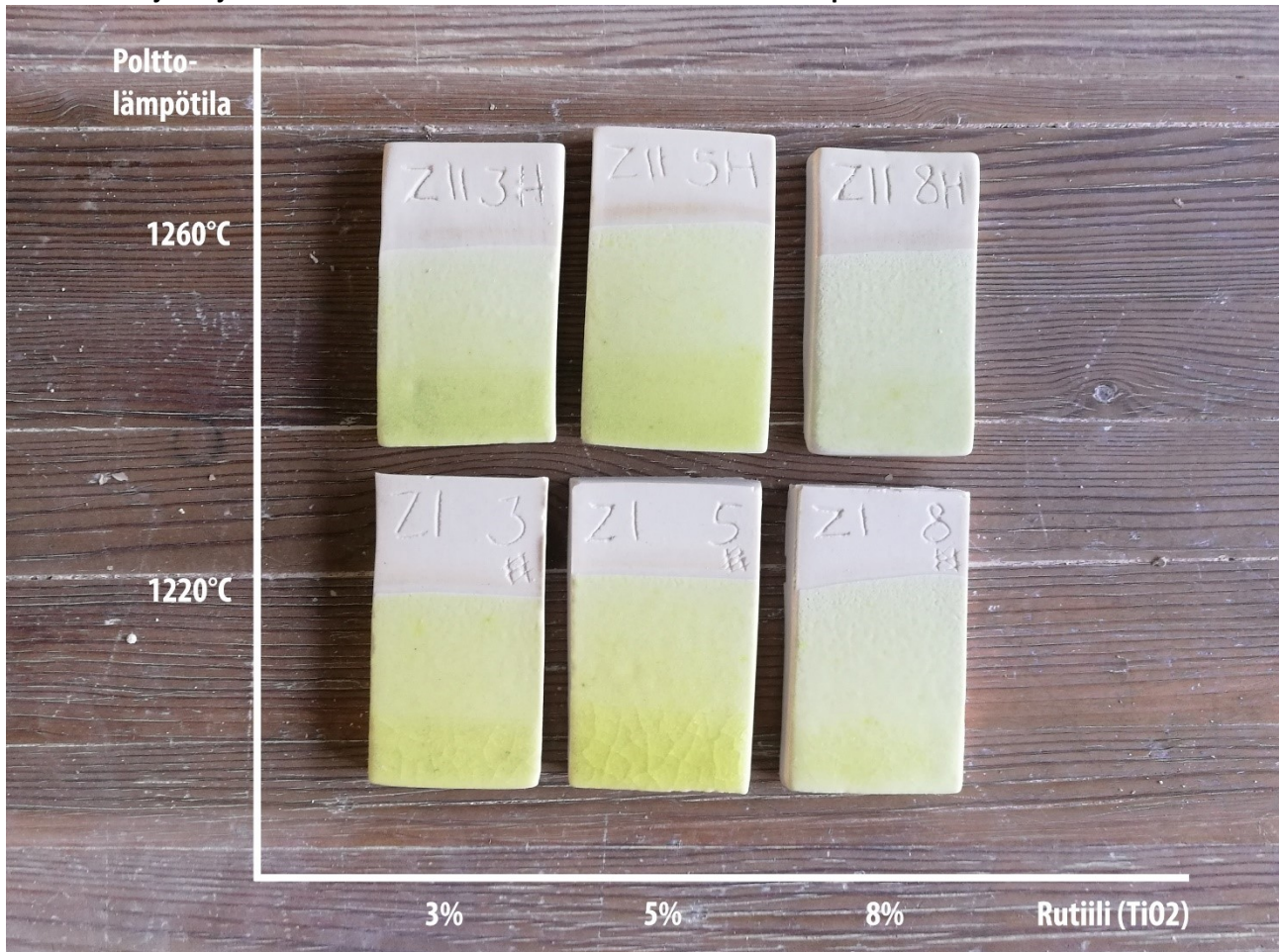


Myöskään tämä lasitesarja ei tuottanut keltaisempaa lasitetta. Lasitteet olivat joko vaalean- tai tummanvihreitä riippuen siitä, oliko niissä rautaa 3 vai 6 prosenttia. Rauta kuitenkin lisäsi lasitteen kiiltoa, luoden siitä puolikiiltävän, puolimatan. Lasitteen pinnalla on osittain kiiltäviä kohtia, osittain mattamaisia vaaleita pilkkuja.

4.4 Kromilasite zirkoniumsiliikaatista

Tein vielä yhden sarjan, jossa tutkin zirkoniumsiliikaatin (ZrSiO_4) vaikutusta tekemääni kromilasitteeseen (Kuva 10). Lasitepohjana käytin tekemääni lasite II reseptiä (Taulukko 4), johon toin 3%, 5% sekä 8% zirkoniumsiliikaattia. Zirkoniumsiliikaatti on opalisoiva eli se vähentää lasitteen läpinäkyvyyttä. Zirkoniumoksidi värjäytyy helposti keltaiseksi joten tutkin näkykö tätä lasitteessa. (Jylhä-Vuorio, 2002, ss. 168-169)

Kuva 10: Sarja Z1 ja Z11 Kromilasitteessa zirkoniumsiliikaattia eri lämpötiloissa



Zirkoniumsiliikaatin lisääminen lasitteeseen muutti sen väriä hieman vihreämpään. Se myös vähensi lasitteen läpinäkyvyyttä. Kuvassa on myös sarja Z11, joka on poltettu 1260 -asteen lämpötilaan, keila 9 arvojen mukaisesti. Korkeammalle poltetut lasitteet tuottivat hivenen vihreämpää väriä, mutta halkeilevat vähemmän.

4.5 Kromilasitekokeiluiden loppupäätelmä

Tein useita erilaisia lasitekokeiluja perustuen ensimmäiseen testaukseeni, mutta suuria muutoksia lasitteeseen ei tullut. Pääsin sitruunankeltaiseen lasitteeseen, mutta se ei ollut se, mitä alun perin pyrin hakemaan näiltä lasitteilta. Opin kuitenkin kuinka haastavaa esimerkiksi keltaisen lasitteen tuottaminen on ja olen tyytyväinen lopputulokseen.

5 POHDINTA

Ennen tätä tutkimusta minulla ei ollut paljon kokemusta lasitteista tai niiden tekemisestä. Tämä lasitetutkimus on opettanut minulle paljon itse lasitteista, niiden materiaaleista sekä niiden käyttäytymisestä. Uskon että minulla on vielä runsaasti opittavaa, mutta tutkimuksen edetessä olen oppinut runsaasti.

Tärkein asia mitä olen oppinut, on se, ettei raaka-aineiden käyttäytymistä voi ennustaa. Kaikki asiat vaikuttavat kaikkeen hyvin vahvasti. Myös raaka-aineiden keskinäinen tasapaino on tärkeää, jotta voi luoda toimivan lasitteen.

Keltaisen lasitteen tuottaminen oli vaikeampaa kuin osasin ajatella. Osin siihen vaikuttivat annetut materiaalit.

6 LÄHDELUETTELO

Hortling, A. (4. 6 2013). *Keramiikan värit*. Noudettu osoitteesta Pigmentit:
http://www.airihortling.fi/Keramiikan_varit_pigmentit.pdf

Jokinen, E. (13. 3 2017). Opettaja. (I. Jakovlev, Haastattelija)

Jylhä-Vuorio, H. (2002). *Keramiikan materiaalit*. Kuopio: Kuopion muotoiluakatemia.

Mattison, S. (2003). *Keramiikka - Materiaalit, tekniikat ja työvälineet*. Singapore: Universal Graphics .

Pelkonen, T. (27. 2 2017). Harjoitusmestari. (I. Jakovlev, Haastattelija)

Pelkonen, T. (8. 3 2017). Harjoitusmestari. (I. Jakovlev, Haastattelija)